

**METHOD OF CALCULATING TRAVEL DISTANCE**

**Publication number:** JP11304530

**Publication date:** 1999-11-05

**Inventor:** FURUICHI KENJI; ISHIKAWA YUKITAKE

**Applicant:** FUJIKURA LTD

**Classification:**

- **International:** G01C22/00; G01C21/00; G01C22/00; G01C21/00;  
(IPC1-7): G01C22/00; G01C21/00

- **European:**

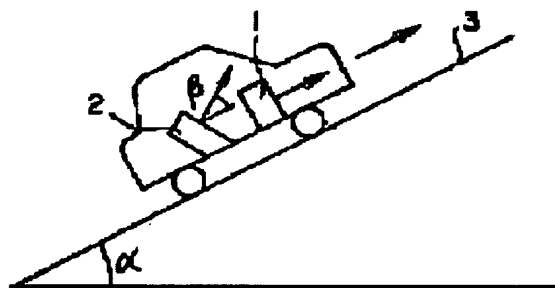
**Application number:** JP19980122894 19980415

**Priority number(s):** JP19980122894 19980415

**Report a data error here**

**Abstract of JP11304530**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method of calculating the travel distance whereby whether a slope is uphill or downhill can be determined. **SOLUTION:** Based on the output  $a_1$  of a first acceleration sensor 1 with its sensing direction aligned with the moving direction of a moving body and the output  $a_2$  of a second acceleration sensor 2 with its sensing direction aligned with a direction 90 deg. to the moving direction of the moving body, the absolute value of the tilt angle  $\alpha$  of a road surface 3 is obtd. from  $a_2$  and whether  $a_1$  increases or decreases is judged from a sampling time to judge whether a road which the vehicle is running slopes upward or downward. The true acceleration  $A$  of the vehicle is calculated from the output  $a_1$  of the first acceleration sensor 1, tilt angle  $\alpha$  and its positive/negative sign to calculate the travel distance of the vehicle from the true acceleration  $A$ .



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-304530

(43)公開日 平成11年(1999)11月5日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 C 22/00  
21/00

識別記号

F I

G 0 1 C 22/00  
21/00

E  
Z

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-122894

(22)出願日 平成10年(1998)4月15日

(71)出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72)発明者 古市 健二

東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

(72)発明者 石川 幸毅

東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

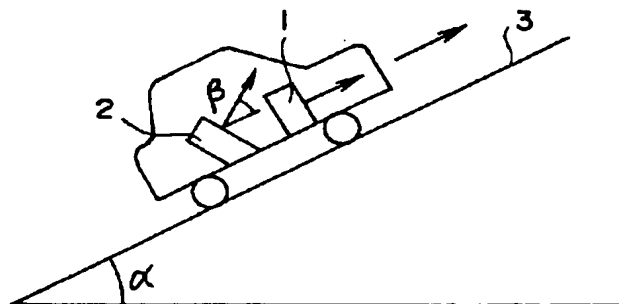
(74)代理人 弁理士 藤巻 正憲

(54)【発明の名称】 走行距離算出方法

(57)【要約】

【課題】 坂道の上り坂か又は下り坂かを判別することができる走行距離算出方法を提供する。

【解決手段】 検出方向を移動体の進行方向に一致させた第1の加速度センサ1の出力 $a_1$ と、検出方向を移動体の進行方向に対し $90^\circ$ をなす角度の方向にした第2の加速度センサ2の出力 $a_2$ とを基に、 $a_2$ から路面3の傾斜角度 $\alpha$ の絶対値を算出すると共に、サンプリングタイムで $a_1$ の増大又は低減を判定して車輛が進行している路面が夫々上り坂か下り坂かを判定する。そして、第1の加速度センサ1の出力 $a_1$ と、傾斜角度 $\alpha$ 及びその正負符号とから、車輛の真の加速度 $A$ を算出する。この真の加速度 $A$ から車輛の走行距離を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 検出方向を移動体の進行方向に一致させた第1の加速度センサの出力 $a_1$ と、検出方向を移動体の進行方向に対し $90^\circ$ をなす角度の方向にした第2の加速度センサの出力 $a_2$ とを基に、 $a_2$ から路面の傾斜角度 $\alpha$ の絶対値を算出すると共に、所定時間内の $a_1$ の増大又は低減を判定して移動体が進行している路面が上り坂か下り坂かを判定することを特徴とする走行距離算出方法。

【請求項2】 前記第1の加速度センサの出力 $a_1$ と、前記傾斜角度 $\alpha$ 及びその正負符号とから、移動体の真の加速度を算出することを特徴とする請求項1に記載の走行距離算出方法。

【請求項3】 前記真の加速度から移動体の走行距離を算出することを特徴とする請求項1又は2に記載の走行距離算出方法。

【請求項4】 前記第2の加速度センサの出力が重力加速度 $g$ に位置している場合に、平坦路であると判定することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の走行距離算出方法。

【請求項5】 第1の加速度センサの出力 $a_1$ が $g \sin \alpha$ に一致する場合に、上り坂に停止していると判定することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の走行距離算出方法。

【請求項6】 第1の加速度センサの出力 $a_1$ が $-g \sin \alpha$ に一致する場合に、下り坂に停止していると判定することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の走行距離算出方法。

【請求項7】 第1の加速度センサの出力 $a_1$ が0である場合に、平坦路に停止していると判定することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の走行距離算出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車のナビゲーションシステム等に組み込まれる位置検出装置における走行距離算出方法に関し、特に加速度センサを使用して移動体の距離を求める走行距離算出方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車のナビゲーションシステムにおいては、GPS衛星からの電波を受信して現在位置を検出するGPS方式と、車両の出発位置からの移動距離を積算して地図上の現在位置を推測する自立航法方式とがある。この自立航法方式では、一般に車輪の回転に応じて発生する車速パルスを利用して、車両の移動距離を算出する。

【0003】而して、ナビゲーションシステムにおいて、テレビ画面に表示される地図は真上から見たものであるが、画面に表示されている道路は平坦路のみでなく、傾斜路も含まれてる。このような傾斜路は、画面上

では平坦路と同様に表示され、その画面上の距離は実際の傾斜無視したものとなっており、傾斜路の実際の距離は画面上の距離よりも長いものである。

【0004】従って、車両が傾斜路を走行している場合の移動距離を上述したように車速パルスを利用して算出したものを車両の現在位置の算出にそのまま利用すると、テレビ画面上の車両の位置と、実際の車両の位置とに差異が発生するという問題がある。そこで、従来、車両の傾斜角度センサを搭載した位置検出装置が提案されている（例えば、特開平5-1920号公報）。この従来技術においては、加速度センサと傾斜角センサを利用して、両者の出力から車両の水平方向の加速度を計算し、この水平加速度を2重積分して水平移動距離を算出している。この傾斜角センサとしては、例えばジャイロを利用するものと、光学的に検出するものがある。しかし、ジャイロを利用する傾斜角センサは、車両が動いていないと検出できないものである。また、車両が坂道で停止しているときでも、その傾斜角を $\theta$ とし、重力を $g$ とすると、加速度センサは重力の影響を受けて、 $g \sin \theta$ なる出力を発生し、これを2重積分すると、 $(g \sin \theta) t^2 / 2$ なる誤差を発生する。一方、光学的に傾斜角 $\theta$ を検出することは、機構上、価格が高くなり、自動車車両等にこれを搭載することは現実的でない。

【0005】そこで、本発明者等は加速度センサを使用して傾斜角度を演算する方法であって移動体が停止していても傾斜角を検出することができる方法を既に提案した（特願平7-193530号公報）。この傾斜角演算方法は、移動体の進行方向に平行に取り付けられた第1の加速度センサと、移動体の進行方向に対して所定角度傾斜して取り付けられた第1の加速度センサとにより、夫々第1及び第2の加速度を検出し、これを基に、移動体が斜面を進行するときの斜面の傾斜角度を算出し、この傾斜角度に基づいて斜面方向の重力成分を算出し、この斜面方向の重力成分を第1の加速度から除去して斜面方向の加速度を演算するものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述の傾斜角演算方法は、走行路の傾斜角の絶対値は求めることができるものの、その正負の符号を求めることはできなかった。即ち、2つの加速度センサにより傾斜角 $\theta$ は、下式で求められる。

## 【0007】

## 【数1】

$$\theta = \cos^{-1} \{ (\alpha_B - \alpha_A \cos \theta_2) / (g \sin \theta_2) \}$$

$\alpha_A$ ：傾けないで取り付けしたセンサ出力

$\alpha_B$ ：傾けて取り付けしたセンサ出力

$\theta_2$ ：センサの傾斜角（取付角）

この数式1に示すように、傾斜角 $\theta$ は、 $\cos$ で表されるため、 $\theta$ が正であっても、負であっても、 $(\alpha_B - \alpha_A \cos \theta_2) / (g \sin \theta_2)$ の値が同一になり、 $\theta$ の正負を判

別できない。

【0008】このため、従来方法では、走行している斜面が、上り坂であるのか、又は下り坂であるのかを判別することができず、傾斜角による重力成分の影響を取り除くことができないという難点がある。このため、移動体の加速度を正確に検知できず、距離を正確に求めることができない。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、坂道の上り坂か又は下り坂かを判別することができる走行距離算出方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る走行距離算出方法は、検出方向を移動体の進行方向に一致させた第1の加速度センサの出力 $a_1$ と、検出方向を移動体の進行方向に対し $90^\circ$ をなす角度の方向にした第2の加速度センサの出力 $a_2$ とを基に、 $a_2$ から路面の傾斜角度 $\alpha$ の絶対値を算出すると共に、所定時間内の $a_1$ の増大又は低減を判定して移動体が進行している路面が上り坂か下り坂かを判定することを特徴とする。

【0011】この走行距離算出方法において、前記第1の加速度センサの出力 $a_1$ と、前記傾斜角度 $\alpha$ 及びその正負符号とから、移動体の真の加速度を算出することができる。そして、前記真の加速度から移動体の走行距離を算出することができる。また、前記第2の加速度センサの出力が重力加速度 $g$ と等しい場合に、平坦路であると判定することができる。更に、第1の加速度センサの出力 $a_1$ が $g \sin \alpha$ に一致する場合に、上り坂に停止していると判定し、 $-g \sin \alpha$ に一致する場合に、下り坂に停止していると判定することができる。更にまた、第1の加速度センサの出力 $a_1$ が0である場合に、平坦路に停止していると判定することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について添付の図面を参照して具体的に説明する。先ず、本発明方法により、傾斜路において上り坂か下り坂かを判定するための原理及び傾斜路の場合の距離測定方法について説明する。図1に示すように、第1の加速度センサ1及び第2の加速度センサ2を具備する位置検出装置を搭載した自動車6が、斜面3を上っているとす。この斜面3の傾斜角度は $\alpha$ であり、第1の加速度センサ1の加速度検出方向は自動車の進行方向であり、第2の加速度センサ2の加速度検出方向は自動車の進行方向に対して傾斜角度 $\beta$ で傾斜しているものとする。また、自動車の真の加速度を $A$ 、第1の加速度センサ1のセンサ出力として得られる第1の加速度を $a_1$ 、第2の加速度センサ2のセンサ出力として得られる第2の加速度を $a_2$ とする。

【0013】その結果、重力加速度を $g$ とすると、第2の加速度センサが検出した第2の加速度 $a_2$ は下記数式2にて表される。

【0014】

【数2】 $a_2 = A \cos \beta + g \sin (\alpha + \beta)$

この数式2において、 $\beta = 90^\circ$ の場合は、下記数式3となる。

【0015】

【数3】

$a_2 = A \cos 90 + g \sin (\alpha + 90) = g \cos \alpha$

これは、第2の加速度センサ2の検出方向が第1の加速度センサ1の検出方向、即ち、車両の移動方向に垂直で上方を向いている場合である。この場合は、斜面の傾斜角度 $\alpha$ は下記数式4にて表される。

【0016】

【数4】 $\alpha = \cos^{-1} (a_2 / g)$

$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ なので、数式4から明らかなように、 $\alpha$ は $\alpha > 0$ となり、傾斜角の絶対値は求められるものの、その符号、即ち、上り坂か、下り坂かはわからない。

【0017】一方、 $\beta = 0^\circ$ の場合は、第2の加速度センサ2の出力は、第1の加速度センサ1の出力と一致し、下記数式5にて表される。

【0018】

【数5】 $(a_2 =) a_1 = A \cos 0 + g \sin (\alpha + 0) = A + g \sin \alpha$

そこで、本実施例においては、第2の加速度センサ2をその検出方向と車両の進行方向とがなす角度 $\beta$ を $90^\circ$ に設定し、 $\beta = 0^\circ$ の第1の加速度センサ1の出力 $a_1$ （数式5）と、 $\beta = 90^\circ$ の第2の加速度センサ2の出力 $a_2$ （数式3）とから、真の加速度 $A$ を求める。

【0019】先ず、平坦路の場合、 $\alpha = 0^\circ$ であるので、前記数式5から $a_1 = A$ となる。従って、平坦路の場合の加速度は第1の加速度センサ1の出力 $a_1$ として得られる。ちなみに、第2の加速度センサ2の出力 $a_2$ は数式3から $a_2 = g$ となる。

【0020】次に、平坦路から上り坂に移る場合の判定方法について説明する。図2に示すように、時刻 $t_1$ で平坦路を走行していた車両が時刻 $t_2$ で傾斜角度 $\alpha$ の上り坂に移った場合、 $t_2 - t_1$ が十分に短いと仮定する。これは、計算のサンプリングタイムを例えば50ms以下のように、十分に短くすればよい。

【0021】このように、 $t_2 - t_1$ が十分に短いと、時刻 $t_1$ における車両の真の加速度 $A (t = t_1)$ と、時刻 $t_2$ における車両の真の加速度 $A (t = t_2)$ とは等しいと仮定できる。そして、第1の加速度センサ1の加速度 $a_1$ は、平坦路では $a_1 = A$ であるのに対し、傾斜路では数式5から $a_1 = A + g \sin \alpha$ であり、上り坂では $\sin \alpha > 0$ であるので、時刻 $t_2$ における第1の加速度センサ1の加速度 $a_1 (t = t_2)$ は時刻 $t_1$ における第1の加速度センサ1の加速度 $a_1 (t = t_1)$ よりも大きくなる。即ち、 $a (t = t_2) > a (t = t_1)$ であるので、この条件が得られた場合は、上り坂で

あると判定できる。

【0022】逆に、平坦路から下り坂に移った場合には、 $\sin \alpha < 0$ であるので、第1の加速度センサ1の出力 $a_1$ は、時刻 $t_2$ において、時刻 $t_1$ の出力よりも小さくなる。即ち、 $a_1(t=t_2) < a_1(t=t_1)$ である。従って、この条件が得られた場合には、下り坂であると判定できる。

【0023】このようにして、車輛は現在進行している路面が上り坂であるか、又は下り坂であるかを判定することができると共に、数式4から傾斜角度の絶対値を算出することができ、数式5から車輛の真の加速度 $A$ を算出することができる。

【0024】なお、サンプリングタイムについては、前述のごとく、十分に短くする必要があるが、50ms以下程度にすれば十分である。図3に示すように、路面が傾斜角 $\alpha$ の上り坂から長さ $L$ の平坦路を経て傾斜角 $\alpha$ の下り坂に移った場合を考える。時速100km/時(約28m/s)で走行している場合は、上り坂から下り坂に移ったことを検出するためには、サンプルタイムを $L/28$ 以下にすればよく、この $L$ が例えば3mと通常の路面からみて極めて短い場合でも、サンプルタイムは3(m)/28(m/s)=約100ms以下とすればよい。このため、計算の負荷は大きくはない。

【0025】また、路面傾斜角度 $\alpha$ の正負については、第1の加速度センサ1の出力のみを基にしているため、複数のセンサを使用していないので、温度ドリフトのバラツキの影響が小さく、演算誤差が大きくなる。

【0026】次に、図4乃至6を参照して本発明の実施例方法について説明する。図4乃至6はこの実施例方法を示すフローチャート図である。車が停止している(平坦路又は坂道を問わず)状態からスタートし、サンプリングタイム $t$ 毎に走行距離を計算する。なお、 $C\alpha$ 、 $Ca_1$ 、 $S_0$ は、コンピュータの計算上、夫々 $\alpha$ 、 $A$ 、 $a_1$ 、 $S$ を一時的に格納するバッファ領域である。また、 $S$ は走行距離を示す。先ず、これらの初期値を0にクリアする。そして、第2の加速度センサ2の出力 $a_2$ が $g$ に一致しないか否かを判定し(ステップS1)、一致しない場合(YES)は路面傾斜角度 $\alpha$ の絶対値を数式4から求める(ステップS2)。 $a_2$ が $g$ に一致する場合(NO)は平坦路であると判定され、ステップS3に移る。この平坦路の場合は、第1の加速度センサ1の加速度 $a_1$ が0である場合(YES)は、車輛が平坦路で停止していると判定され、 $a_1$ が0でない場合(NO)はこの $a_1$ が車輛の真の加速度 $A$ になる(ステップS3)。

【0027】一方、路面が傾斜している場合、 $a_1 = g \sin \alpha$ であるときは、車輛は上り坂に停止していると判定される(ステップS4)。また、 $a_1 = -g \sin \alpha$ であるときは、車輛は下り坂に停止していると判定される(ステップS5)。なお、 $S$ 転送とは、 $S$ の演算結果を

ナビゲーション等に送信することを意味する。

【0028】そして、 $a_1$ が $\pm g \sin \alpha$ でない場合は、車輛は傾斜路を進行していることになる。そこで、図5に示すフローチャートにより、ステップS6にて、 $|\alpha|$ が前回と変化なしの場合(YES)で、ステップS7にて、その符号の変化がないと判定された場合(YES)は、前回が上り坂なら上り坂、前回が下り坂なら下り坂を意味し、真の加速度 $A$ は式P1で求まる。また、符号の変化がある場合(NO)は、前回が上り坂なら下り坂、前回が下り坂なら上り坂を意味し、真の加速度 $A$ は式P2で求まる。一方、ステップS6にて、 $|\alpha|$ が前回の値から変化した場合(NO)は、前は平坦路か否かを判定し(ステップS8)、平坦路である場合(YES)は、第1の加速度センサ1の出力 $a_1$ が前回のサンプリングタイムのときの値よりも増大しているか否かを判定し(ステップS9)、 $a_1$ が増大している場合(NO)は、平坦路から上り坂に移行したと判定し、 $a_1$ が低下した場合(YES)は、平坦路から下り坂に移行したと判定する。その場合は、夫々式P3及びP4にて真の加速度 $A$ が求まる。

【0029】そして、ステップS8にて、前回が平坦路でないと判断された場合(NO)には、坂道から坂道に変化した場合であり、前回の $\alpha$ が正であるか、負であるかを判定する(ステップS10)。そして、前回の $\alpha$ が正であれば、前は上りであり、負であれば前は下りである。そして、前回が上りの場合は、 $a_1$ が $Ca_1 + g \sin(\alpha - C\alpha)$ であるか否かが判定され(ステップS11)、YESの場合には上りから上りに変化したものであり、真の加速度 $A$ は式P5にて与えられる。一方、NOの場合には上りから下りに変化したものであり、真の加速度 $A$ は式P6にて求まる。また、ステップS10にて前回が下りであると判定された場合には、 $a_1$ が $Ca_1 + g \sin(\alpha - C\alpha)$ であるか否かが判定され(ステップS12)、YESの場合には下りから下りに変化したものであり、真の加速度 $A$ は式P7にて与えられる。一方、NOの場合には下りから上りに変化したものであり、真の加速度 $A$ は式P8にて求まる。

【0030】次いで、図6のフローチャートにおいて、真の加速度 $A$ が0か否かを判定し(ステップS13)、0でない場合は、前回の真の加速度 $CA$ と今回の真の加速度 $A$ とは一致するか否かを判定する(ステップS14)。本来、これは一致するはずであるが、例えば、サンプリングタイム等の関係で僅かの誤差が合った場合、それが例えば5%以内であれば同じ(無視)と判断して前述の如く計算した値を真の値とする(ステップS14)。誤差が大きい場合は、前回の傾斜角 $C\alpha$ を使用して真の加速度 $A_1$ を再計算する(ステップS15)。そして、基本的には、前回と今回の真の加速度は一致するものなので、絶対値の差が小さい方を真の加速度として選択する(ステップS16)。即ち、前述の如くして求

めたAの方が前回値に近ければこのAを真の加速度とし、再計算したA1の方が前回値に近ければこのA1を真の加速度Aとする（ステップS17）。その後、真の加速度Aを使用して距離を計算し（ステップS18）、算出された距離Sと真の加速度Aをコンピュータのバッファにストアする。また、距離Sをナビゲータ等に転送する。

#### 【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、進行方向を検出方向とする第1の加速度センサと、検出方向をこの進行方向に対し垂直上方とする第2の加速度センサとを使用し、第1の加速度センサの出力の増減により路面が平坦路から上り坂に移行したのか又は下り坂に移行したのかを判定し、第2の加速度センサの出力から路面の傾斜角度の絶対値を求めるので、移動体の加速度を路面によらず高精度で測定することができる。また、本発明によれば、移動体が停止していても、上り坂又は下り坂及び傾斜角を検知することができる。そして、本発明は加速度センサにより上述のごとく加速度を

検知するので、車速パルスが不要であり、位置検出装置を自動車車体に取り付けることが容易である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の走行距離算出方法の原理を示す図である。

【図2】同じく、本発明の走行距離算出方法の原理を示す図である。

【図3】サンプルタイミングを説明する図である。

【図4】本発明の実施例方法を示すフローチャート図である。

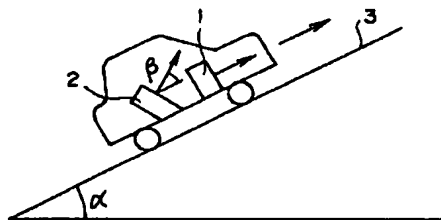
【図5】本発明の実施例方法を示すフローチャート図である。

【図6】本発明の実施例方法を示すフローチャート図である。

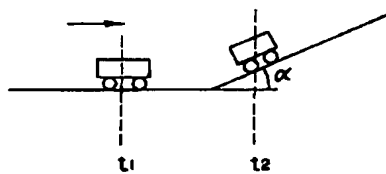
#### 【符号の説明】

- 1：第1の加速度センサ
- 2：第2の加速度センサ
- 3：路面

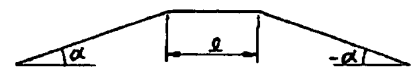
【図1】



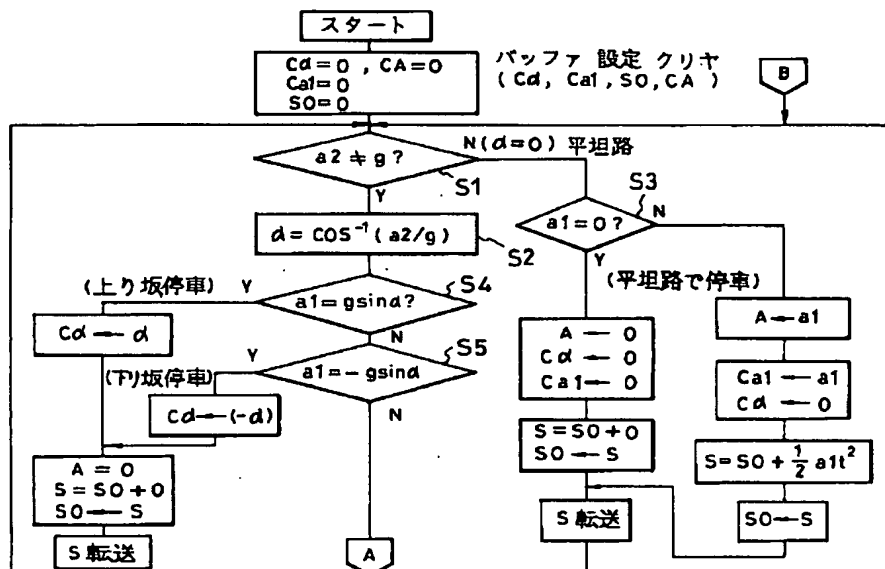
【図2】



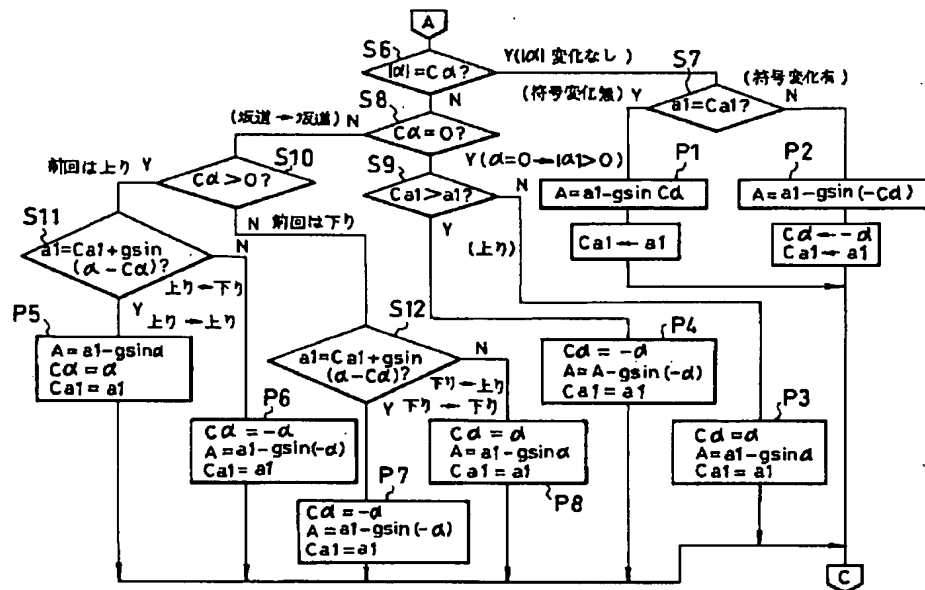
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

